

for 10/623/661

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-149564

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月2日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	FI	
G11B	7/135	G11B	7/135
	7/085		7/085
	7/12		7/12
	7/13		7/13
	7/20		7/20
			A
			G

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平8-305139

(22) 出願日 平成8年(1996)11月15日

(71) 出願人 000003676

ティアック株式会社

東京都武蔵野市中町3丁目7番3号

(72) 発明者 新藤 博之

東京都武蔵野市中町3丁目7番3号 ティ
アック株式会社内

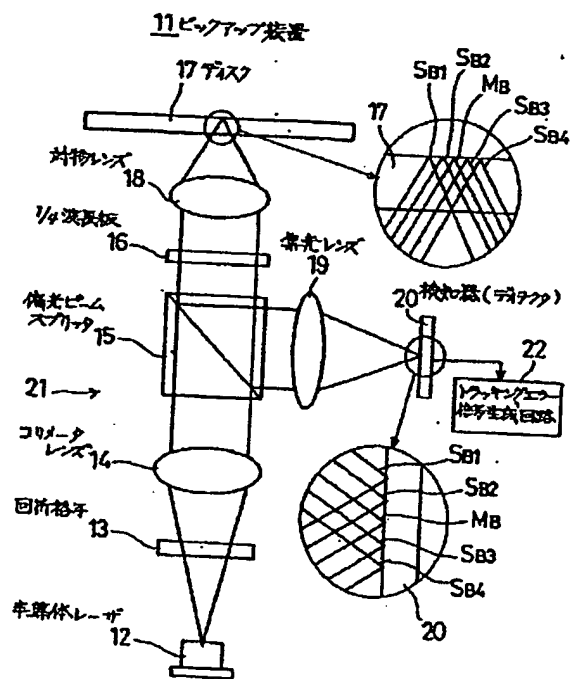
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置及びトラッキングエラー検出方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明はオフセットが発生しないようにトラッキングエラーを検出することを課題とする。

【解決手段】 光ピックアップ装置11は、ディスク17のグループ17aに記録された情報を検出するメインビームM_BとメインビームM_Bのトラッキングずれを検出する4本のサブビームS_{B1}～S_{B4}とを生成するビーム生成部21と、ビーム生成部21からディスク17に照射されたサブビームの各戻り光を個別に受光し、戻り光の強度を比較してメインビームM_Bのトラッキングずれを検出する光検出器20と、光検出器20から出力された信号を比較してトラッキングエラー信号を生成するトラッキングエラー信号生成回路22とを有する。トラッキングエラー信号生成回路22は、各サブスポットS_{B1}～S_{B4}の光強度を比較してトラッキングエラー信号を出力する。



3.
板に照射させ、前記ディスク状記録媒体で反射して1/4波長板を通過して入射される各ビームの戻り光を分離させるビームスプリッタと、

該ビームスプリッタにより分離された各反射ビームを前記光検出器に集光する集光レンズと、
からなることを特徴とする請求項3記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記回折格子は、情報検出用のメインビームとトラッキング制御用の第1、第4のサブビームを生成する複数のスリットが平行に形成された第1のスリット群と、

情報検出用のメインビームとトラッキング制御用の第2、第3のサブビームを生成する複数のスリットが平行に形成された第2のスリット群と、

を有することを特徴とする請求項4又は請求項8記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記回折格子は、前記第1のスリット群と前記第2のスリット群とが交差して同一平面上に形成されたことを特徴とする請求項9記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記回折格子は、前記第1のスリット群が形成された第1の回折格子と、前記第2のスリット群が形成された第2の回折格子とを同一平面を形成するように一体的に突き合わせたことを特徴とする請求項9記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 前記第1のスリット群と前記第2のスリット群は、メインビームを中心に前記第1、第4のサブビームの照射位置と前記第2、第3のサブビームの照射位置とを夫々逆方向に所定角度ずらすように形成されたことを特徴とする請求項9又は請求項10又は請求項11記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記光検出器は、
メインスポットの反射ビームを受光する第1検出器と、
第1サブスポットの反射ビームを受光する第2検出器と、
第2サブスポットの反射ビームを受光する第3検出器と、
第3サブスポットの反射ビームを受光する第4検出器と、
第4サブスポットの反射ビームを受光する第5検出器と

40
からなり、
前記トラッキングエラー信号生成回路は、
前記第2検出器からの出力情報と前記第5検出器からの出力情報とを比較する第1の比較手段と、
前記第3検出器からの出力情報と前記第4検出器からの出力情報とを比較する第2の比較手段と、
前記第1の比較手段からの出力情報と前記第2の比較手段からの出力情報とを比較してトラッキングエラー信号を出力する第3の比較手段と、
からなることを特徴とする請求項3記載の光ピックアップ

装置。

【請求項14】 前記第2の比較手段の出力端に可変利得増幅器を設けたことを特徴とする請求項13記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記メインスポットの光量に対し、前記第1サブスポット及び前記第4サブスポットの光量比が r_1 であり、前記第2サブスポット及び前記第3サブスポットの光量比が r_2 であるとき、前記可変利得増幅器の利得を r_1/r_2 に設定したことを特徴とする請求項14記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 前記メインスポットと前記第1サブスポット及び前記第4サブスポットとのディスク半径方向の間隔(d_A)、前記メインスポットと前記第2サブスポット及び前記第3サブスポットとのディスク半径方向の間隔(d_B)を同一寸法に設定したことを特徴とする請求項2及び15記載の光ピックアップ装置。

20
【請求項17】 前記メインスポットと前記第1サブスポット及び前記第3サブスポットとのディスク半径方向の間隔(d_A)、前記メインスポットと前記第2サブスポット及び前記第3サブスポットとのディスク半径方向の間隔(d_B)をトラックピッチの1/4に設定したことを特徴とする請求項2及び15記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 ディスク状記録媒体に情報を検出するメインビームと、該メインビームより先行してトラックずれを検出する第1、第2のサブビームと、該メインビームより後行してトラックずれを検出する第3、第4のサブビームとを照射し、該ディスク状記録媒体から反射した各サブビームの戻り光の強度を比較して前記メインビームのトラックずれを求めることを特徴とするトラッキングエラー検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はディスク状記録媒体に記録された情報を正確に読み取るよう構成された光ピックアップ装置及びトラッキングエラー検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば光ディスク装置では、データベースやソフトウェアなどの情報が記憶されたディスク状記憶媒体(以下、単に「ディスク」という)が装着されると、レーザを利用した光ピックアップ装置によりディスク表面に形成されたトラック位置を検出し、ディスク表面からの戻り光を受光してトラック上のピットを検出するよう構成されている。

【0003】光ディスク装置には、①例えばCD(コンパクト・ディスク)又はCD-ROM等と呼ばれるディスクに記憶された情報を読み取る「再生専用型」のものと、②ディスクに情報を書き込むことができる「書き込み可能型」のものがある。そして、書き込み可能型に

は、1回だけ書き込み可能な「追記型光ディスク装置 (CD-R)」と、何回でも書き込み可能な光磁気ディスク装置、相変化型ディスク (PD, CD-RW) 装置等の「書換え可能型光ディスク装置」がある。

【0004】この種の光ディスク装置においては、ディスクに記憶された情報をレーザを利用して光学的に検出しており、トラッキングエラーの検出方法としては、①プッシュプル法、②3スポット法 (3ビーム法)、③差動プッシュプル法の3方式が採用されている。

【0005】プッシュプル法は、1ビームを用い、半導体レーザから出射されたレーザビームがディスク表面に形成された任意のトラックに照射され、ディスクで反射した戻り光を2分割された光検出器 (ディテクタ) で受光する方式である。そして、光検出器から出力された2つの出力差を比較し、この比較結果からトラッキングエラー信号を生成する。

【0006】3スポット法は、ディスクのトラック上に3つのスポットを照射し、中央のメインスポットがトラックに記録された情報を読み取り、メインビームの前後のサブビームによりトラックずれを検出する方式である。2つのサブビームは、ディスクで反射して個別に設けられた2つの光検出器に受光される。そして、比較器により各光検出器から出力された2つの出力差が比較され、この比較結果からトラッキングエラー信号が生成される。

【0007】この方式では、2つのサブビームの戻り光の光量差を検出するため、各光検出器を分割する必要がある。そのため、光ピックアップの対物レンズシフトが生じてもオフセットが生じないという長所を有する。差動プッシュプル法は、基本的なトラッキングエラー信号検出原理が前述したプッシュプル法と同じであるが、対物レンズシフトによるオフセットが生じないようにしたものである。

【0008】具体的な方法は、ディスク上に3つのスポットを配置し、各スポットからプッシュプル法によりトラッキングエラー信号 (TE1, TE2, TE3) を検出する。尚、TE1はメインスポットから検出された信号、TE2, TE3はサブスポットから検出された信号である。

【0009】これら3つのトラッキングエラー信号から次式の演算を行い、光ピックアップ装置としてのトラッキングエラー信号 (TE) を生成する。

$$TE = TE1 - k (TE2 + TE3) \quad \dots (1)$$

上記式において、kはある定数である。

【0010】そして、対物レンズがシフトするとTE1, TE2, TE3の各信号には、オフセットが生ずるが、上記 (1) 式の演算を行うことにより、これらのオフセットをキャンセルする方式である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記プ

ッシュプル法を用いた場合、対物レンズがディスクの傾芯追従のためディスク半径方向 (ラジアル方向) にシフトすると、光検出器上のスポットも分割線に直交する方向にシフトしてしまうため、ディスク上のスポットがトラック中心にあっても、トラッキングエラー信号がゼロとならず、オフセットが生じてしまうといった問題がある。

【0012】また、上記3スポット法を用いた場合、追記型ディスク (CD-R) や書換え型相変化ディスク (PD, CD-RW: 反射率の変化により情報の記録を行うディスク) に記録を行う際、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあると、夫々の領域でディスクの反射率が異なるため、各サブスポットからの戻り光量に差が生じてしまう。よって、メインスポットがトラック中心にあってもトラッキングエラー信号がゼロとならず、オフセットが生じてしまうといった問題がある。

【0013】そのため、3スポット法は、主にCD-ROM等の再生専用ピックアップ、あるいはMOと呼ばれる光磁気記録用ピックアップに用いられている。また、上記差動プッシュプル法は、対物レンズがシフトした状態で追記型ディスクや書換え型相変化ディスクに記録を行う場合にはトラッキングエラー信号にオフセットが生じてしまう。但し、3スポット法とは異なり対物レンズがシフトしなければオフセットは生じない。

【0014】このように、従来から光ディスク装置に用いられている上記①～③の方式では、追記型ディスクや書換え型相変化ディスクを対象とした光ピックアップのトラッキングエラー信号検出方式としては、いずれもオフセットが発生するといった問題がある。

【0015】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、追記型ディスクや書換え型相変化ディスクに記録を行う際にもオフセットが発生しないようにトラッキングエラー信号を検出する光ピックアップ装置及びトラッキングエラー検出方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明では、以下のような特徴を有する。上記請求項1の発明は、ディスク状記録媒体のトラックに記録された情報を検出するメインビームと、該メインビームより先行してトラックずれを検出する第1、第2のサブビームと、該メインビームより後行してトラックずれを検出する第3、第4のサブビームとを生成するビーム生成部を有することを特徴とするものである。

【0017】従って、請求項1の発明によれば、トラックに記録された情報を検出するメインビームの前後に4本のサブビームを照射することができるので、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあっても反射率が同じ領域にあるので、この2つの後行サブビームから生成したトラッキングエラー信

きる。また、請求項18の発明は、ディスク状記録媒体に情報を検出するメインビームと、該メインビームより先行してトラックずれを検出する第1、第2のサブビームと、該メインビームより後行してトラックずれを検出する第3、第4のサブビームとを照射し、該ディスク状記録媒体から反射した各サブビームの戻り光の強度を比較して前記メインビームのトラックずれを求めることを特徴とするトラッキングエラー検出方法である。

【0047】従って、請求項18の発明によれば、トラックに記録された情報を検出するメインビームの前後に4本のサブビームを照射することができるので、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあっても、反射率の差によるオフセットのないトラッキングエラー信号を得ることができると共に、各サブビームの戻り強度を比較してトラッキングエラー信号を生成しているため、対物レンズがディスクの偏芯に追従するためにディスク半径方向にシフトした場合でもトラッキングエラー信号にオフセットが発生することがなく、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能になる。

【0048】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面と共に説明する。図1に本発明になる光ピックアップ装置の第1実施例を示す。光ピックアップ装置11は、ディスク17のグループ17aに記録された情報を検出するメインビーム M_B とメインビーム M_B のトラックずれを検出する4本のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ とを生成するビーム生成部21と、ビーム生成部21からディスク17に照射されたサブビームの各戻り光を個別に受光し、戻り光の強度に応じた信号を出力する光検出器20と、光検出器20から出力された信号を比較してメインビーム M_B のトラックずれを検出するトラッキングエラー信号を生成するトラッキングエラー信号生成回路22とを有する。

【0049】ビーム生成部21は、光源としての半導体レーザ12と、半導体レーザ12から出射されたレーザ光を5本のビームに回折する回折格子13と、回折格子13を通過した各ビームを平行光線とするコリメータレンズ14と、コリメータレンズ14からの平行光線を通過させると共に戻り光を横方向に分離する偏光ビームスプリッタ15と、直線偏光で入射された透過光を円偏光とし円偏光で入射された透過光を直線偏光にする1/4波長板16と、1/4波長板16を通過した各ビームをディスク17のトラックに照射させる対物レンズ18と、偏光ビームスプリッタ15で分離された戻り光が入射される集光レンズ19とから構成されている。尚、図1において、対物レンズ18のフォーカス制御及びトラッキング制御を行うためのアクチュエータ及びフォーカスエラー検出系が省略されている。

【0050】半導体レーザ12から出射されたレーザ光

は、回折格子13を通過する際に1本の情報検出用のメインビームと4本のトラック位置検出用のサブビームとなる。そして、各ビームは、コリメータレンズ14を通過する際に5本の平行光線とされて偏光ビームスプリッタ15、1/4波長板16に至る。

【0051】1/4波長板16を通過した各ビームは、直線偏光から円偏光とされた後、対物レンズ18を介してディスク17上に形成された任意のトラックに照射される。ディスク17で反射した各ビームは、入射時とは逆方向の円偏光とされて反射し、ディスク17からの戻り光は対物レンズ18を介して1/4波長板16に至る。そして、戻り光が1/4波長板16を通過する際、円偏光から直線偏光とされて偏光ビームスプリッタ15に至る。

【0052】ディスク17からの戻り光は、半導体レーザ12からの入射光に対して90°振動方向がずれている。そのため、偏光ビームスプリッタ15は、ディスク17からの戻り光を横方向に反射させて入射光と分離し、集光レンズ19を介して光検出器20へ戻り光を導く。光検出器20は、各戻り光の光強度に応じた信号を出力する。

【0053】回折格子13は、多数の微細なスリットが設けられた透過回折格子であり、半導体レーザ12から出射されたレーザ光を5本のビームに回折する。5本のビームは、情報検出用のメインビーム M_B と、トラッキング制御用の第1乃至第4のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ とからなる。具体的には、回折格子13は、図2又は図3に示すようなパターンに形成されている。

【0054】図2に示す回折格子13は、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第1、第4のサブビーム S_{B1} 、 S_{B4} を生成する複数の微細なスリットが平行に形成された第1のスリット群13Aと、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第2、第3のサブビーム S_{B2} 、 S_{B3} を生成する複数の微細なスリットが平行に形成された第2のスリット群13Bとを有する。そして、第1のスリット群13Aは、横方向に延在するように形成され、第2のスリット群13Bは第1のスリット群13Aに対し所定角度傾斜する方向に延在形成されている。そして、第1のスリット群13Aと第2のスリット群13Bとは、同一平面上で交差するように形成されている。

【0055】図3に示す回折格子13は、第1のスリット群13Aが形成された第1の回折格子13Cと、第2のスリット群13Bが形成された第2の回折格子13Dとを同一平面を形成するように一体的に突き合わせてなる。第1の回折格子13Cは、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第1、第4のサブビーム S_{B1} 、 S_{B4} を生成し、第2の回折格子13Dは、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第2、第3のサブビーム S_{B2} 、 S_{B3} を生成する。

【0056】図4はディスク17表面に形成されたトラックとしてのグループ17aにメインビーム M_B 及び第1乃至第4のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ を照射させた状態を示す図である。ディスク17表面には、トラックの案内溝を形成するグループ17aと、グループ17a間に形成されたランド17bとがディスク半径方向に交互に設けられている。そして、グループ17aは、一定のトラックピッチ p 毎に設けられている。尚、図4では拡大しているためグループ17aが直線的に設けられているが、実際には円弧状となっている。

【0057】図4において、メインスポット M_S を中心として二対のサブスポット S_{S1}, S_{S4} と S_{S2}, S_{S3} とが点対称となるようにメインビーム M_B 及び第1乃至第4のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ が照射される。尚、図4においては、メインスポット M_S の中心とサブスポット S_{S1}, S_{S4} の中心との間隔 d_A が、メインスポット M_S の中心とサブスポット S_{S2}, S_{S3} の中心との間隔 d_B より小さく図示されているが、本実施例では $d_A = d_B$ に設定されている。

【0058】また、第1のスリット群13A及び第1の回折格子13Cは、ディスク17のトラックに対しメインスポット M_S を中心に第1、第4のサブビーム S_{B1}, S_{B4} の照射位置を時計方向に所定角度回転させてディスク17に照射された第1、第4のサブスポット S_{S1}, S_{S4} をグループ17aからずらすように設けられている。

【0059】第2のスリット群13B及び第2の回折格子13Dは、メインスポット M_S を第1の回折格子13Cからのメインスポット M_S に一致させると共に、メインスポット M_S を中心に第2、第3のサブビーム S_{B2}, S_{B3} の照射位置を反時計方向に所定角度回転させて第2、第3のサブスポット S_{S2}, S_{S3} を第1、第4のサブスポット S_{S1}, S_{S4} と逆方向にずらすように設けられている。

【0060】すなわち、メインビーム M_B がディスク17のグループ17aに照射されるとき、第1のサブビーム S_{B1} がグループ17aの内側へずらした位置、第2のサブビーム S_{B2} がグループ17aの外側へずらした位置、第3のサブビーム S_{B3} をグループ17aの内側へずらした位置、第4のサブビーム S_{B4} をグループ17aの外側へずらした位置に照射される。

【0061】従って、各サブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ がグループ17aの延在方向に沿ってグループ17aの内側と外側に交互に位置するように照射されるため、例えば先行サブスポット S_{S1}, S_{S2} が未記録領域にあり、後行サブスポット S_{S3}, S_{S4} が既記録領域にあるときでも、反射率の差によるオフセットがないトラッキングエラー信号を正確に生成することができる。そのため、追記型ディスクや書換型ディスクに記録する際においてもメインビーム M_B がグループ17aから外れないように正確なトラッキング制御が可能になり、さらに、サブビーム S_{B1} 50

$\sim S_{B4}$ の夫々の光強度を検出して比較することにより対物レンズ18がディスクの偏芯に追従してディスク半径方向にシフトされてもメインスポット M_S がグループ17aの中心に位置しているのにトラッキングエラー信号が出力されてしまうといったオフセットを防止できる。

【0062】図5は光検出器20及びトラッキングエラー信号生成回路22の構成を示すブロック図である。光検出器20は、メインビーム M_B 及びサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ を個別に検出するため、第1～第5の光検出器20a～20eが一直線状に配設されている。そして、第1～第5の光検出器20a～20eは、メインビーム M_B 及びサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ の各戻り光がほぼ中央に入射されるように保持されている。尚、第1～第5の光検出器20a～20eは、一直線状に配設せずに各ビームが正確に中央で検出できるように適宜左右方向にずらした配置としても良い。

【0063】第3の光検出器20cは、ディスク読み取り用光検出器であり、メインビーム M_B の戻り光が入射されると、ディスク17のグループ17aに記録された情報を検出する。第1、第2の光検出器20a、20b及び第4、第5の光検出器20d、20eは、トラッキングエラー信号生成用の光検出器であり、夫々サブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ の各戻り光が入射されるように設けられている。

【0064】トラッキングエラー信号生成回路22は、第1の差動増幅器23、第2の差動増幅器24、第3の差動増幅器25、可変利得増幅器26からなる。また、第1の光検出器20a及び第5の光検出器20eの出力端子は、第1の差動増幅器23に接続されている。また、第2の光検出器20b及び第4の光検出器20dの出力端子は、第2の差動増幅器24に接続されている。そして、第1の差動増幅器23の出力端子と第2の差動増幅器24の出力端子は、第3の差動増幅器25に接続されている。

【0065】そのため、第1の光検出器20aの出力 A_α 及び第5の光検出器20eの出力 A_β が第1の差動増幅器23に出力され、第2の光検出器20bの出力 B_α 及び第4の光検出器20dの出力 B_β が第2の差動増幅器24に出力される。そして、第1の差動増幅器23の出力 TE_A と第2の差動増幅器24に出力 TE_B が第3の差動増幅器25に供給される。

【0066】例えばメインビーム M_B がグループ17aの中心に照射され、且つ再生時においては、メインスポット M_S を中心に点対称に配されたサブスポット $S_{S1} \sim S_{S4}$ が各光検出器20a、20b、20d、20e上に夫々均一な光強度を有するため、第1の差動増幅器23の出力及び第2の差動増幅器24の出力がともにゼロとなり、第3の差動増幅器25から出力されるトラッキングエラー信号はゼロとなる。

【0067】この場合、光ピックアップ装置11のトラ

ッキング制御による補正は不要となる。しかし、メインスポット M_s がグループ17aの中心からずれている場合には、第1の差動増幅器23の出力及び第2の差動増幅器24の出力差からトラッキングエラー信号が生成されて第3の差動増幅器25から出力される。そのため、トラッキングエラー信号に基づいて光ピックアップ装置11のトラッキング制御による補正が行われる。

【0068】さらに、第2の差動増幅器24の出力端子と第3の差動増幅器25との間には、可変利得増幅器26が配設されている。この可変利得増幅器26は、第1、第2の光検出器20a、20b及び第4、第5の光検出器20d、20eの特性に合わせてゲインを可変することによりトラッキングエラー信号の出力(振幅)を調整することができる。ここで、ゲインを K とすると差動増幅器25からは $TE = TE_A - k TE_B$ なるトラッキングエラー信号が出力される。

【0069】次に、本発明になるトラッキングエラー信号検出原理について説明する。今、メインスポット M_s がトラックを横断するようにラジアル方向に移動した場合、

$$M_s : S_{s1} (S_{s4}) : S_{s2} (S_{s3}) = 1 : r_A : r_B \quad \dots (3)$$

とする。さらに、未記録トラックに記録を行うことを想定し、第1、第2のサブスポット S_{s1} 、 S_{s2} が未記録領域にあり、第3、第4のサブスポット S_{s3} 、 S_{s4} が既記録領域にあるとする。この場合、未記録領域と既記録領域

$$A\alpha = r_A \cdot e\alpha \cdot \{c + a \cdot \cos [2\pi (x + d_A) / p]\} \quad \dots (4)$$

$$A\beta = r_A \cdot e\beta \cdot \{c + a \cdot \cos [2\pi (x - d_A) / p]\} \quad \dots (5)$$

$$B\alpha = r_B \cdot e\alpha \cdot \{c + a \cdot \cos [2\pi (x - d_B) / p]\} \quad \dots (6)$$

$$B\beta = r_B \cdot e\beta \cdot \{c + a \cdot \cos [2\pi (x + d_B) / p]\} \quad \dots (7)$$

信号処理のところで説明したようにトラッキングエラー信号 TE は、

$$TE = TE_A - k \cdot TE_B$$

$$\star = (A\alpha - A\beta) - k \cdot (B\alpha - B\beta) \quad \dots (8)$$

30 となる。この(8)式に上記(4)～(7)式を代入すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} TE = & C (r_A - k \cdot r_B) (e\alpha - e\beta) \\ & + a (e\alpha - e\beta) \{r_A \cdot \cos (2\pi d_A / p) - k \cdot r_B \cdot \cos (2\pi d_B / p)\} \cos (2\pi x / p) \\ & - a (e\alpha + e\beta) \{r_A \cdot \sin (2\pi d_A / p) + k \cdot r_B \cdot \sin (2\pi d_B / p)\} \sin (2\pi x / p) \quad \dots (9) \end{aligned}$$

この(9)式において、

第1項の $C (r_A - k \cdot r_B) (e\alpha - e\beta)$ は、DCオフセット成分

第2項の $a (e\alpha - e\beta) \{r_A \cdot \cos (2\pi d_A / p) - k \cdot r_B \cdot \cos (2\pi d_B / p)\} \cos (2\pi x / p)$ は、位相ずれによるオフセット成分

第3項の $a (e\alpha + e\beta) \{r_A \cdot \sin (2\pi d_A / p) + k \cdot r_B \cdot \sin (2\pi d_B / p)\} \sin (2\pi x / p)$ は、トラッキングエラー信号である。 ☆

$$\begin{aligned} TE = & a \cdot r_A (e\alpha - e\beta) \{ \cos (2\pi d_A / p) - \cos (2\pi d_B / p) \} \cos (2\pi x / p) \\ & - a \cdot r_A (e\alpha + e\beta) \{ \sin (2\pi d_A / p) + \sin (2\pi d_B / p) \} \sin (2\pi x / p) \quad \dots (10) \end{aligned}$$

となる。さらに、 $d_A = d_B$ としてメインスポット M_s ◆50◆の中心と4つのサブスポット S_{s1} 、 S_{s3} 、 S_{s2} 、 S_{s4}

*合、その戻り光を受光した第3の光検出器20cからの出力 I_0 (所謂、トラック横断信号)は、メインスポット M_s がグループ17aの中心にあるとき最小となり、ランド17bの中心にあるとき最大となる正弦波で表せると仮定する。すなわち、

$$I_0 = c + a \cdot \cos (2\pi x / p) \quad \dots (2)$$

となる。但し、 c はDC(直流)成分、 a は振幅である。

【0070】メインスポット M_s と各サブスポット $S_{s1} \sim S_{s4}$ は、同一の対物レンズ18を介してディスク17に集光されているので、各サブスポット $S_{s1} \sim S_{s4}$ の戻り光の出力は、出力 I_0 に各サブスポット $S_{s1} \sim S_{s4}$ のメインスポット M_s に対する光量比(すなわち、回折格子13の分光比)と各サブスポット $S_{s1} \sim S_{s4}$ が集光されているディスク17の領域の反射率を乗じ、その位相をスポット間隔 d_A もしくは d_B に相当する分だけずらしたものとなる。

【0071】そして、対物レンズ18の出射時の各スポットの光量比を

※域でのディスク17の反射率の比を $e\alpha : e\beta$ とする。

【0072】このとき、各光検出器20a～20eからの出力 $A\alpha$ 、 $B\alpha$ 、 $A\beta$ 、 $B\beta$ は、以下のようになる。

☆【0073】CDなどの再生専用ディスクでは、ディスクの反射率が一定、即ち $e\alpha = e\beta$ なのでDCオフセットは生じない。一方、追記型ディスクや書換型相変化ディスクの未記録トラックに記録を行う際には $e\alpha \neq e\beta$ となるので、DCオフセットはゼロとにならない。

【0074】ここで、可変利得増幅器26によりゲイン $k = r_A / r_B$ と設定すれば、DCオフセットを除去できる。このときの TE 信号は、

の各中心との間隔を全て等しくすると、位相ずれによるオフセットも除去できることが分かる。

*【0075】このときのTE信号は、

$$TE = -2 \cdot a \cdot \gamma_A (\epsilon \alpha + \epsilon \beta) \cdot \sin(2\pi d_A / p) \cdot \sin(2\pi x / p) \quad \dots (11)$$

となる。上式(11)において、振幅を最大にするには、 $d_A = d_B = p/4$ とすれば良い。

【0076】以上のようなTE信号検出原理により、D Cオフセット及び位相ずれによるオフセットも除去できるため、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録を行う場合においてもトラッキングエラー信号にオフセットを生じることはない。また、3スポット法と同様に各サブスポットからの戻り光の光量を検知しているの

※レーザ光を透過させることができる。そのため、第1の回折格子34からのメインビーム M_B と第1、第4のサブビーム S_{B1} 、 S_{B4} は、ダイクロイックミラー38を透過して偏光ビームスプリッタ15、1/4波長板16に至り、第2の回折格子35からのメインビーム M_B と第2、第3のサブビーム S_{B2} 、 S_{B3} は、ダイクロイックミラー38で反射して偏光ビームスプリッタ15、1/4波長板16に至る。

【0081】そして、第1の回折格子34からのメインビーム M_B と第2の回折格子35からのメインビーム M_B とが一致するように設定されているため、ダイクロイックミラー38から射出されたメインビーム M_B は略2倍の光量となってディスク17上に照射される。

【0082】1/4波長板16を通過した各ビームは、直線偏光から円偏光とされた後、対物レンズ18を介してディスク17上に形成された任意のトラックに照射される。そのため、図4に示されるように、ディスク17の任意のグループ17aには、メインスポット M_B を中心として二対のサブスポット S_{B1} 、 S_{B4} と S_{B2} 、 S_{B3} とが点対称となるようにメインビーム M_B 及び第1乃至第4のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ が照射される。

【0083】ディスク17で反射した各ビームは、入射時とは逆方向の円偏光とされて反射し、ディスク17からの戻り光は対物レンズ18を介して1/4波長板16に至る。そして、戻り光が1/4波長板16を通過する際、円偏光から直線偏光とされて偏光ビームスプリッタ15に至る。

【0084】ディスク17からの戻り光は、半導体レーザ32、33からの入射光に対して90°振動方向がずれている。そのため、偏光ビームスプリッタ15は、ディスク17からの戻り光を横方向に反射させて入射光と分離し、集光レンズ19を介して各光検出器20a~20eへ戻り光を導く。各光検出器20a~20eは、メインビーム M_B 及び第1~第4のサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ の各戻り光の光強度に応じた信号を出力する。

【0085】上記構成とされた光ピックアップ装置31を用いて情報の記録を行う場合、第1、第2の半導体レーザ32、33から等しい出力の光を同期させて射出させるようにする。また、第1、第2の半導体レーザ32、33からの出力が完全に等しくない場合においても可変利得増幅器26によりゲイン k を第1、第2の半導体レーザ32、33の出力比に設定しておけば良い。

【0086】さらに、光ピックアップ装置31では、2つの第1、第2の半導体レーザ32、33からの各レーザ光が第1、第2の回折格子34、35により3本のビームとされ、ダイクロイックミラー38によりメイン

【0077】図6は本発明の第2実施例の構成を示す構成図である。尚、図6において、上記第1実施例と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。第2実施例の光ピックアップ装置31は、波長の異なる第1、第2の半導体レーザ32、33と、第1、第2の半導体レーザ32、33からの各レーザ光を回折する第1、第2の回折格子34、35と、第1、第2の回折格子34、35を通過した3本のビームを平行光線にするコリメータレンズ36、37と、コリメータレンズ36、37を通過した各ビームを合成するダイクロイックミラー38を有する。

【0078】第1の回折格子34は、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第1、第4のサブビーム S_{B1} 、 S_{B4} を生成する複数の微細なスリットが平行に形成された第1のスリット群34Aを有する。また、第2の回折格子35は、情報検出用のメインビーム M_B とトラッキング制御用の第2、第3のサブビーム S_{B2} 、 S_{B3} を生成する複数の微細なスリットが平行に形成された第2のスリット群35Aを有する。そして、第1のスリット群34Aは、横方向に延在するように形成され、第2のスリット群35Aは第1のスリット群34Aに対し所定角度傾斜する方向に延在形成されている。

【0079】従って、第1の回折格子34は、第1の半導体レーザ32からのレーザ光が通過する過程でメインビーム M_B と第1、第4のサブビーム S_{B1} 、 S_{B4} をコリメータレンズ36に出射する。第2の回折格子35は、第2の半導体レーザ33からのレーザ光が通過する過程でメインビーム M_B と第2、第3のサブビーム S_{B2} 、 S_{B3} をコリメータレンズ37に出射する。

【0080】ダイクロイックミラー38は、第2の半導体レーザ33の波長のレーザ光を反射するように設定されており、波長の異なる第1の半導体レーザ32からの

30

40

50

ームM_Bが一致されて5本のビームがディスク17に照射されるため、メインビームM_Bの光利用効率を高めることができる。そのため、第1、第2の半導体レーザ32、33に低い出力のものを使用することもできる。

【0087】図7は本発明の第3実施例の構成を示す構成図である。尚、図7において、上記第1、第2実施例と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。第3実施例の光ピックアップ装置41は、波長の異なる第1、第2の半導体レーザ32、33と、第1の半導体レーザ32からのレーザ光を透過させ、第2の半導体レーザ33からのレーザ光を反射させるダイクロイックミラー38と、ダイクロイックミラー38から出射された第1の半導体レーザ32又は第2の半導体レーザ33からのレーザ光を回折する回折格子13と、回折格子13から出射された5本のビームを所定の倍率にて対物レンズ18に入射させるリレーレンズ42とを有する。

【0088】ダイクロイックミラー38は、第2の半導体レーザ33の波長のレーザ光を反射するように設定されており、波長の異なる第1の半導体レーザ32からのレーザ光を透過させることができる。そして、リレーレンズ42は、各レーザ光の波長に合わせてアクチュエータ（図示せず）により光軸方向に移動されるように設けられている。これにより、光学系の倍率が所定の値にされ、ディスク17のトラックピッチに応じたスポットの配列とされる。

【0089】第1の半導体レーザ32又は第2の半導体レーザ33からのレーザ光は、ダイクロイックミラー38を介して回折格子13に至り、回折格子13を通過する際にメインビームM_Bと第1～第4のサブビームS_{B1}～S_{B4}となる。そして、5本の各ビームは、リレーレンズ42により所定の倍率にされて偏光ビームスプリッタ15、1/4波長板16に至る。

【0090】1/4波長板16を通過した各ビームは、直線偏光から円偏光とされた後、対物レンズ18を介してディスク17上に形成された任意のトラックに照射される。そのため、図4に示されるように、ディスク17の任意のグループ17aには、メインスポットM_Bを中心として二対のサブスポットS_{B1}、S_{B4}とS_{B2}、S_{B3}とが点対称となるようにメインビームM_B及び第1乃至第4のサブビームS_{B1}～S_{B4}が照射される。

【0091】ディスク17で反射した各ビームは、入射時とは逆方向の円偏光とされて反射し、ディスク17からの戻り光は対物レンズ18を介して1/4波長板16に至る。そして、戻り光が1/4波長板16を通過する際、円偏光から直線偏光とされて偏光ビームスプリッタ15に至る。

【0092】ディスク17からの戻り光は、半導体レーザ32、33からの入射光に対して90°振動方向がずれている。そのため、偏光ビームスプリッタ15は、ディスク17からの戻り光を横方向に反射させて入射光と

分離し、集光レンズ19を介して各光検出器20a～20eへ戻り光を導く。各光検出器20a～20eは、メインビームM_B及び第1～第4のサブビームS_{B1}～S_{B4}の各戻り光の光強度に応じた信号を出力する。

【0093】上記のように構成された光ピックアップ装置41は、規格（トラックピッチ等）の異なる2種類のディスク17に対して記録又は再生することができる。例えば、第1の規格のディスク17に対して記録又は再生するときは、第1の半導体レーザ32のみを点灯させる。そして、第1の半導体レーザ32を出射した光は、前述したようにダイクロイックミラー38を透過して回折格子13でメインビームM_BとサブビームS_{B1}～S_{B4}が生成される。各ビームは、リレーレンズ42により第1の規格のトラックピッチに応じた4つのスポットの配置となる倍率とされる。

【0094】また、第2の規格のディスク17に対して記録又は再生するときは、第2の半導体レーザ33のみを点灯させる。そして、第1の半導体レーザ32を出射した光は、前述したようにダイクロイックミラー38で反射して回折格子13でメインビームM_BとサブビームS_{B1}～S_{B4}が生成される。各ビームは、リレーレンズ42により第2の規格のトラックピッチに応じた4つのスポットの配置となる倍率とされる。

【0095】すなわち、第1の半導体レーザ32と第2の半導体レーザ33の波長が異なるため、回折格子13から出射される4本のサブビームS_{B1}～S_{B4}の出射角度も異なる。メインスポットM_BとサブスポットS_{B1}～S_{B4}は、ディスク上での間隔が第1の規格のディスクと第2の規格のディスクとで異なるため、リレーレンズ42の光軸方向の位置により対応させることができる。

【0096】従って、リレーレンズ42の光軸方向の位置は、ディスク17上の各スポットが第1の規格あるいは第2の規格のトラックピッチに対応した配列となる光学系の倍率が得られる位置に変更されるようになっている。このように、第1の半導体レーザ32又は第2の半導体レーザ33を選択的に点灯させると共に、リレーレンズ42の光軸方向を移動させることにより規格の異なるディスクを記録再生することが可能になる。

【0097】尚、上記第3実施例では、波長の異なる2つの半導体レーザ32、33を用いた構成を一例として挙げたが、これに限らず、2つ以上の半導体レーザを組み合わせた構成としても良いのは勿論である。また、本発明は、上記実施例のような光ピックアップ装置が使用される記録再生装置であれば、CD-ROMドライブ装置、CD装置、光磁気ディスク装置、光ディスク装置、追記型ディスク装置（CD-R）、書換型相変化ディスク装置（PD、CD-RW）等にも同様に適用することができる。

【0098】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、以下のよう

な効果が得られる。上記請求項1の発明によれば、トラックに記録された情報を検出するメインビームの前後に4本のサブビームを照射することができるので、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあっても反射率が同じ領域にあるので、この2つの後行サブビームから生成したトラッキングエラー信号にオフセットが生じない。よって、これらを合成したトラッキングエラー信号を用いれば、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際にオフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0099】また、請求項2の発明によれば、各サブビームがトラックの延在方向に沿ってトラックの内側と外側に交互に位置するように照射されるため、第1、第4のサブスポットと第2、第3のサブスポットとの2組のサブスポット対から3スポット法による2組のトラッキングエラー信号を得ることができ、これらを差し引きすることで、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあっても、反射率の差によるオフセットがキャンセルされ、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際にオフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0100】尚、前記2組のトラッキングエラー信号は、AC成分の位相が概ね $\pm 80^\circ$ 反転しているため、これらを差し引いて得られるトラッキングエラー信号のAC成分はキャンセルされず、所定の振幅を得ることができる。また、請求項3の発明によれば、ビーム生成部からディスク状記録媒体に照射された4本のサブビームの各戻り光を光検出器で個別に受光し、各戻り光の強度を比較してメインビームのトラックずれを検出するため、対物レンズがディスクの偏芯に追従するためにディスク半径方向にシフトした場合でもトラッキングエラー信号にオフセットが発生することがなく、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能になると共に、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、トラッキングエラー信号にオフセットが発生することを防止できる。

【0101】また、請求項4の発明によれば、回折格子により5本のビームが生成され、対物レンズにより各ビームをディスク状記録媒体に照射し、その戻り光をビームスプリッタで分離させて集光レンズにより各光検出器に集光させるため、対物レンズがディスクの偏芯に追従するためにディスク半径方向にシフトした場合でもトラッキングエラー信号にオフセットが発生することがなく、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能になると共に、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、トラッキン

グエラー信号にオフセットが発生することを防止できる。

【0102】また、請求項5の発明によれば、複数の光源から出射されたレーザビームが複数の回折格子に透過されて夫々が3本のビームを生成し、ダイクロイックミラーにより複数の回折格子から出射された6本のビームのうち情報検出用のメインビームを一致させて5本のビームを生成し、対物レンズにより各ビームをディスク状記録媒体に照射し、その戻り光をビームスプリッタで分離させて集光レンズにより各光検出器に集光させるため、対物レンズがディスクの偏芯に追従するためにディスク半径方向にシフトした場合でもトラッキングエラー信号にオフセットが発生することがなく、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能になると共に、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、トラッキングエラー信号にオフセットが発生することを防止できる。

【0103】また、請求項6の発明によれば、第1の回折格子によりメインビームと第1、第4のサブビームを生成し、第2の回折格子によりメインビームと第2、第3のサブビームを生成することができるので、第1の回折格子を通過した各ビームと第2の回折格子を通過した各ビームのメインビーム同士を一致させることにより4本のサブビームを生成することができる。

【0104】また、請求項7の発明によれば、第1の回折格子を通過した各ビームのメインスポットと第2の回折格子を通過した各ビームのメインスポットとを一致させることにより、メインスポットを中心として第1～第4のサブスポットを点対称に配置することができ、請求項2記載の各サブスポットの配置を容易に実現でき、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、オフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

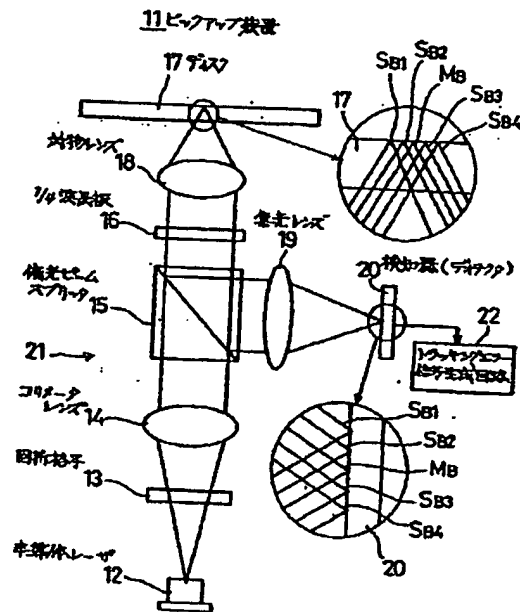
【0105】また、請求項8の発明によれば、ディスク状記録媒体のトラックピッチに応じて波長の異なるレーザビームを出射する複数の光源から出射された各レーザビームが回折格子により5本のビームとなり、これらの5本のビームのディスク上のスポットの配列が各トラックピッチに応じた所定の配列となる光学倍率となるように光軸方向に変位されたリレーレンズを透過するため、トラックピッチの異なるディスク状記録媒体が装着されても波長の異なるレーザビームとリレーレンズの光軸方向の位置を選択することにより各ディスク状記録媒体に記憶された情報をトラッキングエラー信号にオフセットを生じることなく正確に読み取ることができる。

【0106】また、請求項9の発明によれば、回折格子がメインビームと第1、第4のサブビームを生成する第1のスリット群とメインビームと第2、第3のサブビームを生成する第2のスリット群とを有するため、メイン

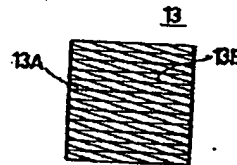
- 27
- 16 1/4波長板
17 ディスク
17a グループ
18 対物レンズ
19 集光レンズ
20 光検出器、
20a~20e 第1~第5の光検出器
21 ビーム生成部

- 28
- 22 トラッキングエラー信号生成回路
23 第1の差動増幅器
24 第2の差動増幅器
25 第3の差動増幅器
26 可変利得増幅器
32 第1の半導体レーザ
33 第2の半導体レーザ
38 ダイクロイックミラー

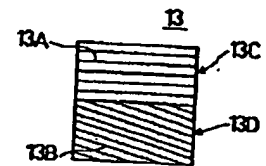
【図1】



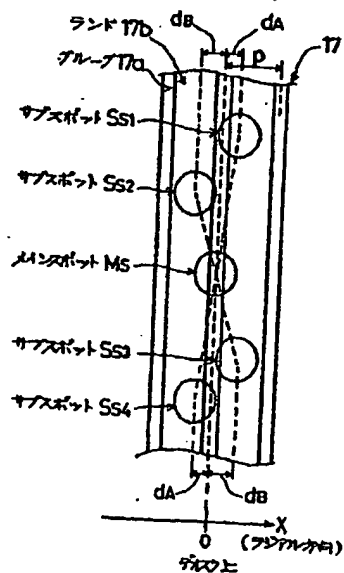
【図2】



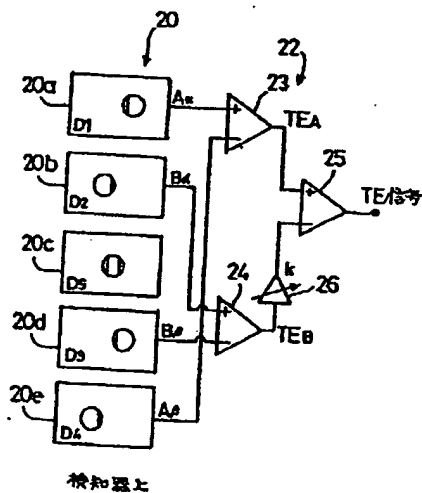
【図3】



【図4】



【図5】



スポットを中心として第1〜第4のサブスポットを点対称に配置することができ、請求項2記載の各サブスポットの配置を容易に実現でき、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、オフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0107】また、請求項10の発明によれば、回折格子が第1のスリット群と第2のスリット群とが交差して同一平面上に形成されたため、1つの回折格子でメインビームと第1乃至第4のサブビームを生成することができ、また、請求項11の発明によれば、第1の回折格子と第2の回折格子とが同一平面を形成するように一体的に突き合わせてなるため、第1のスリット群と第2のスリット群とを別個に形成することができ、各スリット群の加工が容易に行える。

【0108】また、請求項12の発明によれば、第1のスリット群と前記第2のスリット群が、メインビームを中心に第1、第4のサブビームの照射位置と第2、第3のサブビームの照射位置とを各々逆方向に所定角度ずらすように形成されているので、メインビームを中心として4本のサブビームを点対称に配置することができる。これにより、請求項2記載の各サブスポットの配置を容易に実現でき、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、オフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0109】また、請求項13の発明によれば、メインスポットの反射ビームからディスク状記録媒体に記憶された情報を読み取ることができると共に、第1及び第4のサブスポットからの反射ビームを各々個別に受光して第1の比較手段により3スポット法による第1のトラッキングエラー信号を生成し、第2及び第3のサブスポットからの反射ビームを各々個別に受光して第2の比較手段により3スポット法による第2のトラッキングエラー信号を生成し、前記第1及び第2のトラッキングエラー信号に生じたオフセットをキャンセルすることが可能となり、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、オフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0110】また、請求項14の発明によれば、第2の比較手段の出力端に可変利得増幅器を設けたため、ゲインを変換させてトラッキングエラー信号の出力（振幅）を調整することができる。また、請求項15の発明によれば、第1、第4サブスポット対と第2、第3サブスポット対の光量が異なり、前記第1のトラッキングエラー信号と前記第2のトラッキングエラー信号のオフセットレベルが異なった場合においても、可変利得増幅器の利得を γ_1/γ_2 に設定することにより、これらのオフセ

ットをキャンセルすることが可能になり、追記型ディスクや書換型相変化ディスクに記録をする際に、オフセットのない良好なトラッキングエラー信号が得られ、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能となる。

【0111】また、請求項16の発明によれば、メインスポットと各サブスポットとの間隔を同一寸法に設定したため、ディスク半径方向においてメインスポットが常に各サブスポットの中心に配置できるため、位相ずれによるオフセットのない良好なトラッキングエラー信号を得ることができる。

【0112】また、請求項17の発明によれば、トラッキングエラー信号の振幅を最大にした状態でオフセットのない良好なトラッキングエラー信号を得ることができる。また、請求項18の発明によれば、トラックに記録された情報を検出するメインビームの前後に4本のサブビームを照射することができるので、先行サブスポットが未記録領域にあり、後行サブスポットが既記録領域にあっても、反射率の差によるオフセットのないトラッキングエラー信号を得ることができると共に、各サブビームの戻り強度を比較してトラッキングエラー信号を生成しているため、対物レンズがディスクの偏芯に追従するためにディスク半径方向にシフトした場合でもトラッキングエラー信号にオフセットが発生することがなく、メインビームがトラックから外れないように正確なトラッキング制御が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の光ピックアップ装置の構成図である。

【図2】回折格子のパターンを拡大して示す正面図である。

【図3】回折格子の別のパターンを拡大して示す正面図である。

【図4】ディスク表面に形成されたグループにメインビーム M_B 及びサブビーム $S_{B1} \sim S_{B4}$ を照射させた状態を示す図である。

【図5】光検出器及びトラッキングエラー信号生成回路の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第2実施例の構成図である。

【図7】本発明の第3実施例の構成図である。

【符号の説明】

11, 31, 41 光ピックアップ装置

12 半導体レーザ

13 回折格子

13A 第1のスリット群

13B 第2のスリット群

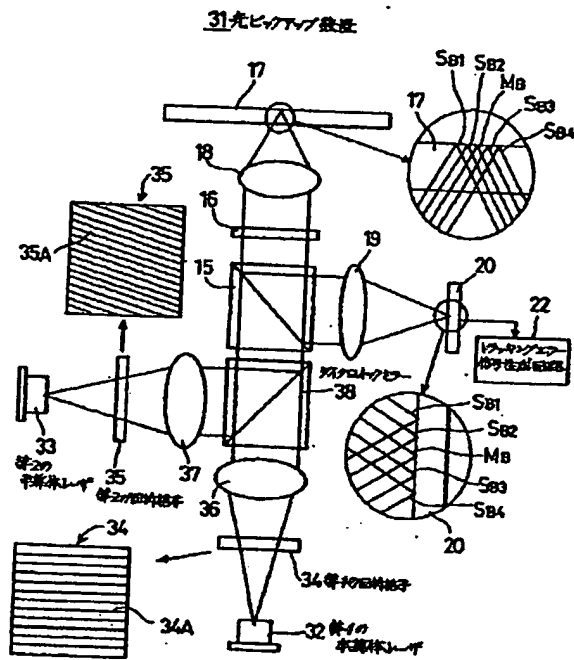
13C, 34 第1の回折格子

13D, 35 第2の回折格子

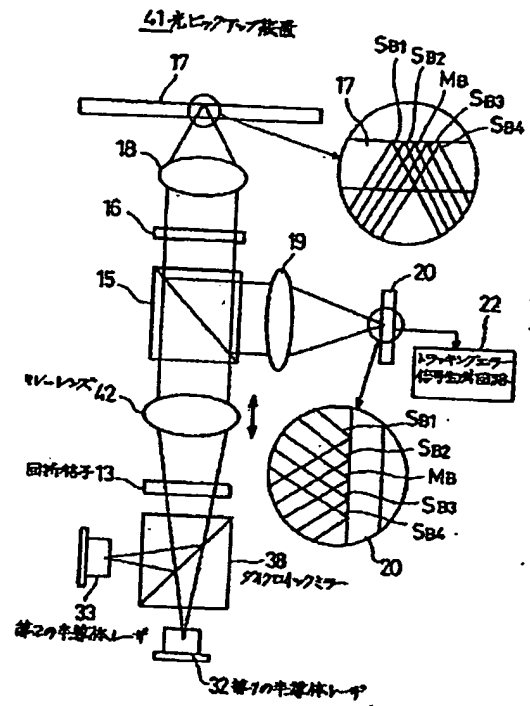
14, 36, 37 コリメータレンズ

15 偏光ビームスプリッタ

【図6】



【图7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.